

УДК 576.895.121 : 597.5 : 577.1

## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЦЕСТОД НА ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ ТКАНЕЙ НАЛИМА И КОЛЮШКИ

С. Д. Гурьянова, В. С. Сидоров

В зараженных тканях рыб по сравнению с незараженными происходят существенные изменения в липидном составе, которые заключаются в снижении содержания общих липидов, в основном за счет фосфолипидной фракции. Перестройка в соотношении отдельных фосфолипидов в мембранный структуре зараженных тканей рыб проявляется в снижении доли фосфатидилхолина и увеличении доли лизофосфатидилхолина. Соотношение других фосфолипидных фракций (сфингомиелина, кардиолишина и фосфатидилэтаноламина) изменилось при этом незначительно.

Для выяснения сложнейших взаимоотношений паразита и хозяина и оценки того возможного вреда, который приносит паразит хозяину, может оказаться полезу сравнительное изучение биохимического статуса хозяев, инвазированных гельминтами и свободных от инвазии. В частности, можно допустить, что участки тканей, в которых локализованы цестоды, должны быть каким-то образом биохимически перестроены под воздействием паразитов для того, чтобы облегчить доступ различных питательных веществ в организме последних. И в первую очередь, по-видимому, должна быть изменена мембранный структура этих тканей, что можно оценить при сравнении липидного статуса зараженных и незараженных тканей хозяина. Косвенные гистологические данные, подтверждающие такую точку зрения, имеются в литературе (Пронина, 1977).

Для проверки высказанного предположения и была выполнена настоящая работа.

Материал и методика. Проводили изучение липидного состава печени и мышц налима *Lota lota* (L.) и колюшки *Gasterosteus aculeatus* (L.) в норме и при инвазии плероцеркондами *Diphyllobothrium latum*, *Diphyllobothrium vogeli*, *Triaenophorus nodulosus*. По паразито-

логическим исследованиям интенсивность заражения налима плероцеркоидами *D. latum* составляла 2—49 экз., *T. nodulosus* — 3—90 экз., а колюшки плероцеркоидами *D. vogeli* — 1—5 экз. (Румянцев, Малахова, 1983). Чтобы уменьшить возможное влияние на липидный состав других факторов, кроме заражения, для сравнения отбирали контрольную и зараженную рыб с одинаковыми морфологическими, физиологическими и экологическими параметрами (размер, возраст, вес, стадия зрелости гонад, место и время отлова). Биологические показатели исследуемых рыб приведены в табл. 1.

Среди рыб отбирали варианты с максимальной зараженностью (приблизительно по 3—5 капсул плероцеркоидов *D. vogeli* на печень колюшки или около 5—8 экз. плероцеркоидов *D. latum* и до 10—50 капсул плероцеркоидов *T. nodulosus* на печень налима). Кусочки тканей вырезали из участков, зараженных гельминтами, по 0.1—0.3 г от каждой рыбы. Средние пробы включали материал, отобранный от 25 рыб (4—5 г сырого материала). В качестве контроля отбирали рыб, не имеющих плероцеркоидов в тканях. Ткань печени и мышц измельчали и фиксировали 10-кратным объемом смеси хлороформа с метанолом (2 : 1) и хранили при температуре 3—4°. Из фиксированного материала выделяли липиды по методу Фолча (Folch e. a., 1957). Разделение липидов было проведено методом тонкослойной хроматографии (Шталь, 1965). Для разделения суммарных фосфолипидов триацилглицеринов, холестерина и его эфиров использовали систему растворителей, состоящую из петролейного эфира, диэтилового эфира и уксусной кислоты, взятых в соотношении 90 : 10 : 1. Разделение фосфолипидов проводили одномерной хроматографией в нейтральной системе растворителей: хлороформ—метанол—вода — (64 : 25 : 4). Идентификацию отдельных пятен липидов осуществляли с помощью цветных реакций, специфических для каждой группы липидов, а также непосредственным сравнением хроматографической подвижности неизвестных липидов с таковой чистых липидов — свидетелей (Прохорова, Тупикова, 1965; Липская, 1965; Шталь, 1965). Количественное определение фосфолипидов, триацилглицеринов, холестерина и его эфиров проведено по ранее описанной методике (Сидоров и др., 1972). Количество отдельных фосфолипидов определяли по содержанию фосфора (Kahovcova, Odavic, 1969). Полученные данные обработаны статистическим методом (Плохинский, 1970.)

**Результаты и их обсуждение.** Полученные данные свидетельствуют о том, что инвазия плероцеркоидами приводит к изменению количества липидов в тканях рыб. Присутствие в печени колюшки плероцеркоидов *D. vogeli* вызывало статистически достоверное снижение содержания в ней липидов с 31.0 (незараженная ткань) до 25.2 % к сухому весу, что происходило преимущественно за счет уменьшения содержания фосфолипидов (структурных липидов). Количество суммарных фосфолипидов в незараженной печени составляло 25.8 %, а в зараженной — 21.4 %. Содержание триацилглицеридной фракции при этом уменьшалось менее значительно и составляло соответственно 4.5 и 3.2 % (табл. 2).

Таблица 1

Биологические показатели рыб

Вид	Длина тела, АС (в см)	Средняя масса (в г)	Стадия зрелости гонад
Налим	38.8 ± 2.4	1200 ± 130	III—IV
Колюшка	6.1 ± 0.6	2.6 ± 0.5	V

Липидный состав печени колюшки (% от сухого веса), зараженной и незараженной плероцеркоидами *D. vogeli*

Липидные фракции	Незараженная	Зараженная
Общие липиды	31.0 ± 0.7	25.2 ± 1.2 <i>p</i> < 0.001
Фосфолипиды	25.8 ± 0.8	21.4 ± 0.9 <i>p</i> < 0.01
Триацилглицерины	4.5 ± 0.3	3.2 ± 0.5 <i>p</i> < 0.05
Холестерин	0.5 ± 0.2	0.5 ± 0.1
Эфиры холестерина	0.2 ± 0.05	0.1 ± 0.03 <i>p</i> > 0.05

**Примечание.** Число проб в каждой группе — 6, каждая проба является усредненной из 25 рыб.

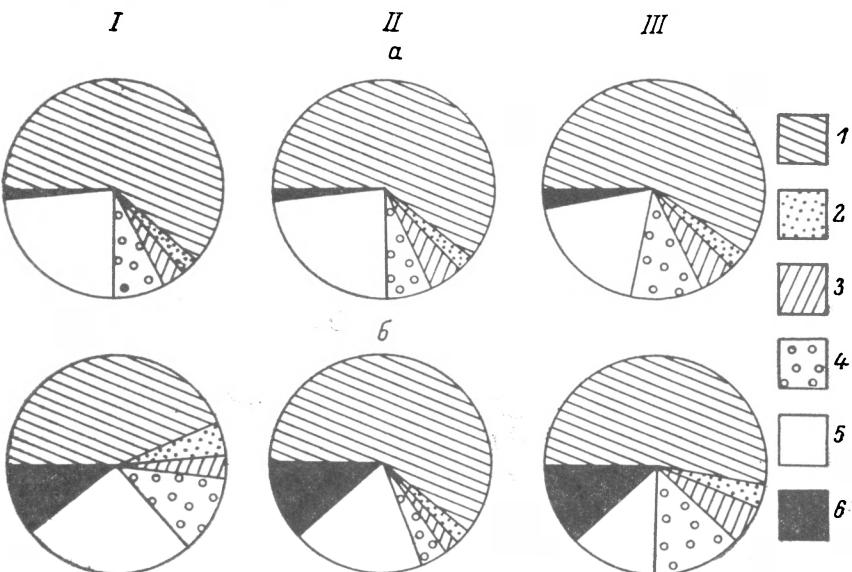
На содержание холестерина и его эфиров заражение не оказывало никакого влияния. В тканях налима, зараженного плероцеркоидами *D. latum*, направленность изменения содержания липидов и отдельных их фракций по сравнению с незараженной тканью оказалась аналогичной таковой колюшки. Незараженная печень налима содержала 60.1 % общих липидов,

Таблица 3  
Липидный состав тканей налима,  
зараженных и незараженных плероцеркоидами (в % к сухому весу)

Липидные фракции	Печень			Мышцы	
	незаражен- ная (3)	зараженная <i>D. latum</i> (4)	зараженная <i>T. nodulosus</i> (6)	незаражен- ные (6)	зараженные <i>D. latum</i> (5)
Общие липиды	60.1 $\pm$ 6.1 <i>p</i> < 0.05	55.4 $\pm$ 1.2 <i>p</i> < 0.01	31.6 $\pm$ 3.5 <i>p</i> < 0.01	15.8 $\pm$ 0.9 <i>p</i> < 0.05	9.5 $\pm$ 2.2
Фосфолипиды	26.1 $\pm$ 1.9 <i>p</i> < 0.01	23.3 $\pm$ 0.9 <i>p</i> < 0.01	11.6 $\pm$ 1.2 <i>p</i> < 0.01	11.9 $\pm$ 1.2 <i>p</i> < 0.01	6.6 $\pm$ 0.5
Триацилглицеринны	32.6 $\pm$ 0.6 <i>p</i> < 0.05	30.8 $\pm$ 2.3 <i>p</i> < 0.01	19.1 $\pm$ 1.1 <i>p</i> < 0.01	1.8 $\pm$ 0.4 <i>p</i> < 0.01	1.8 $\pm$ 0.4
Холестерин	1.1 $\pm$ 0.3 <i>p</i> > 0.05	0.9 $\pm$ 0.2 <i>p</i> < 0.05	0.8 $\pm$ 0.2 <i>p</i> < 0.05	0.6 $\pm$ 0.2 <i>p</i> > 0.05	0.4 $\pm$ 0.1
Эфиры холестерина	0.3 $\pm$ 0.02 <i>p</i> > 0.05	0.4 $\pm$ 0.1 <i>p</i> > 0.05	0.3 $\pm$ 0.03 <i>p</i> > 0.05	1.0 $\pm$ 0.2 <i>p</i> < 0.01	0.4 $\pm$ 0.2

Примечание. В скобках — число проб, Р — достоверность различий.

а зараженная ткань — 55.4 % к сухому весу. Фосфолипиды составляли соответственно 26.1 и 23.3% (табл. 3). В мышцах налима, зараженного плероцеркоидами *D. latum*, содержание фосфолипидов также снижалось до 6.6 % против 11.9 % у незараженных. Особенно глу-



Изменение относительной доли отдельных фосфолипидов в печени налима (I), печени колюшки (II) и мышцах налима (III) под влиянием заражения гельминтами (*D. vogeli* — в случае колюшки, *D. latum*, *T. nodulosus* — в случае налима).

1 — фосфатидилхолин; 2 — кардиолипин; 3 — фосфатидная кислота; 4 — сфингомиелин; 5 — фосфатидилэтаноламин; 6 — лизофосфатидилхолин.

бокие нарушения в липидном обмене вызывало одновременное паразитирование в печени налима плероцеркоидов *D. latum* и инкапсулированных личинок *T. nodulosus*. Так, концентрация общих липидов в зараженной печени по сравнению с незараженной снижается в 2 раза, суммарных фосфолипидов в 2.5, триацилглицеринов — в 1.5 раза. Еще более четко действие гельминтов сказывалось на соотношении отдельных фосфолипидов в тканях хозяина (см. рисунок). Из данных, представленных на рисунке, хорошо видно, что во всех случаях при заражении той или иной ткани хозяина гельминтами происходит сильное изменение соот-

ношений фосфатидилхолина и лизофосфатидилхолина. Наблюдается резкое увеличение относительной доли лизофосфатидилхолина при соответствующем уменьшении доли фосфатидилхолина. Содержание других индивидуальных фосфолипидов (сфингомиелина, фосфатидилэтаноламина, кардиолипина) затрагивалось при этом в меньшей степени.

Понижение концентрации липидов в зараженных тканях рыб, по-видимому, связано с изменением их мембранный структуры, а следовательно и их проницаемости, что согласуется с гистологическими данными, полученными Прониной (1977). Автором установлено, что паразитирование червей *T. nodulosus* и *D. dendriticum* в печени рыб (щука, окунь, омуль, хариус) вызывает истончение, фрагментацию и нокрэз аргирофильтных волокон ее стромы. По-видимому, гельминты выделяют в ткань хозяина фосфолипазу (Reader, 1976), которая увеличивает проницаемость клеточных мембран, не разрушая их целиком. Об этом говорит частичное превращение фосфатидилхолина в лизофосфатидилхолин. Необходимо отметить, что сам лизофосфатидилхолин обладает сильными детергентными и гемолизирующими свойствами, что, в свою очередь, способствует разрушению мембранных структур тканей хозяина.

Таким образом, в участках ткани, непосредственно прилегающих к паразиту, происходят изменения в липидном составе, что может оказать глубокие нарушения жизненно важных функций организма в целом.

### Л и т е р а т у р а

- Л и п с к а я А. А. Разделение фосфолипидов методом ТХС. — Нервная система, 1965, вып. 6, № 33, с. 45—52.
- П л о х и н с к и й Н. А. Биометрия, М., 1970, с. 98—101.
- П р о х о р о в а М. И., Т у п и к о в а З. Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Л., 1965, с. 95—109.
- П р о н и н а С. В. Изменение аргирофильтной стромы печени некоторых рыб при инвазии плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus* и *Diphyllobothrium dendriticum*. — Паразитология, 1977, т. 11, вып. 4, с. 361—364.
- Р у м я н ц е в Е. А., М а л а х о в а Р. П. Паразиты рыб естественных водоемов. — Паразиты и болезни рыб Карелии. Петрозаводск, 1983, с. 15—65.
- С и д о р о в В. С., Л и з е н к о Е. И., Б о л г о в а О. М., Н е ф е д о в а З. А. Липиды рыб. 1. Методы анализа. Тканевая специфичность липидов ряпушки *Coregonus albula*. — Лососевые (Salmonidae) Карелии. Вып. 1. Петрозаводск, 1972, с. 170—177.
- Ш т а л ь Э. Хроматография в тонких слоях. М. Мир, 1965, с. 137—182.
- F o l c h J., L e e s M., S l o a n e - S t a n l e y G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues (for brain, liver and muscle). — J. Biol. Chem., 1957, vol. 226, p. 497—509.
- К а h o v c o v a I., O d a v i c R. A simple method of the quantitative analysis of phospholipides separated by thin layer chromatography. — J. Chromatogr., 1969, vol. 40, N 1, p. 90—96.
- R e a d e r T. A. L. Studies on the ultrastructure, histochemistry of the uninfected digestive gland of *Bithynia tentaculata* (Mollusca: gastropoda) and on the ultrastructure of this host organ in snails infected with larval digenleans. — Z. Parasitenk., 1976, vol. 50, N 1, p. 11—30.

Институт биологии  
Карельского филиала АН СССР,  
Петрозаводск

Поступило 11 VII 1983

### THE EFFECT OF SOME CESTODES ON THE LIPOID CONTENTS OF TISSUES OF BURBOT AND STICKLEBACK

S. D. Gurjanova, V. S. Sidorov

#### S U M M A R Y

The effect of cestodes of the genus *Diphyllobothrium* on the lipid contents of tissues of freshwater fishes has been studied. The level of general lipids in the liver of burbot and stickleback infected with plerocercoids of *D. latum* and *D. vogeli*, respectively, decreases. It occurs in general on account of decrease in contents of structural lipids, phospholipids, while the contents of triacylglycerines, cholesterol and its ethers change but negligibly. Simultaneous parasitism of plerocercoids of *D. latum* and *Triaenophorus nodulosus* in the liver of burbot causes especially great changes in the lipid metabolism. Certain changes in the ratio of some phospholipid fractions take place in infected tissues: the decrease in the level of phosphatidylcholine and the parallel rise in the fraction of lysophosphatidylcholine. The ratio between other phospholipids virtually does not change.